

고화된 용융물 피막과 압력용기 사이에 형성된 간극을 통한 냉각현상 모델링 Modeling of Cooling in a Gap between Melt Crust and Vessel Wall

김중태, 강경호, 박래준, 김상백
한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

간극 입구에서의 CCFL 현상에 기초한 간극 냉각 모델을 개발하고 다차원 열수력 코드에 도입함으로써 중대사고시 노심 용융물의 냉각을 모의하는 LAVA(Lower Plenum Arrested Vessel Attack) 실험을 해석하였다. LAVA 용기와 용융물은 축대칭 2 차원으로 가정하였으며 외벽으로 전달되는 열속을 모델링하기 위하여 용융 풀 내에서의 자연대류 및 고화현상을 고려하였다. 간극 내에서의 비등에 의한 냉각은 간극 입구에서 냉각수와 증기의 상호작용에 의한 대향류 유동 제한 현상(CCFL)을 이용하여 모델링하였다. 용융물 주변의 고화, 반구형 용기의 열 팽창 등에 의한 간극 형성은 현재 고려하지 않고 단지 어느 입력 시각에 순간적으로 간격이 생성되었다고 가정하였다. 계산 결과 간극 내 냉각수 침투 깊이는 시간에 따라 매우 비선형적으로 증가하였으며 시간에 따른 외벽의 온도 변화는 실험 결과와 정량적으로 매우 비슷함을 알 수 있었다.

한국 표준원전 증기발생기 유동유발진동 메커니즘 분석 Analysis of Flow-Induced Vibration Mechanism in the KSNP Steam Generator

김상녕, 조연식
경희대학교
경기도 용인시 기흥읍 서천리 449-840

요 약

최근 한국표준원전 증기발생기(영광 3,4 호기 및 울진 3,4 호기)에서 다수의 전열관이 진동마모에 의한 마모가 발견되었다. 이들 발전소들은 각각 5,4,2,1 주기로 운전되었다. 특히, 진동마모는 중앙공동 지역 내의 U-bend 상부에 집중적으로 발생하고 있다. 이는 이 지역이 유속과 기공율이 높고 지지되지 않는 부분이 상당히 길기 때문이다. 진동마모의 원인으로는 많은 메커니즘에 의해 발생하는 유동유발진동으로 추정되어진다. 이러한 유동유발진동의 원인으로는 난류여기진동, 유체탄성진동, 주기적 와류진동, 음향공명진동 등이 있다. 그러나, 주기적 와류진동은 증기발생기 전열관이 밀집되어 있기 때문에, 유동유발진동의 원인으로 보기에는 무리가 있고, 음향공명진동 역시, 펌프로부터 멀리 떨어져 있기 때문에 유동유발진동의 원인이 될 가능성이 매우 낮다. 한편, 진폭이 작아 뚜렷한 마모가 일어나기 까지 오랜 시간이 걸리는 난류여기진동은 KSNP 증기발생기가 보여주는 마모율을 보면, 유동유발진동의 원인에서 제외될 수 있다. 본 연구에서는 한국표준원전 증기발생기에서 일어나고 있는 유동유발진동의 원인을 분석하기 위해 최근 이들 발전소에서 수행된 ECT 자료를 수집하였고, ATHOS3 Code를 사용하여 유동변수를 계산하였다. 그 계산결과를 Pettigrew 가 작성한 유체탄성진동 실험결과에 적용해 본 결과, 한국표준원전 증기발생기에서 유체탄성불안정의 가능성을 확인할 수 있었다.